第 38 卷第 3 期
2018 年 2 月
生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA
Vol.38,No.3
Feb.,2018

DOI: 10.5846/stxb201611022231
刘伶,刘红玉,李玉凤,王娟,谢富赋.苏北地区丹顶鹤越冬种群数量及栖息地分布动态变化.生态学报,2018,38(3):926-933.
Liu L, Liu H Y, Li Y F, Wang J, Xie F F.Dynamic changes in population size and habitat distribution of wintering red-crowned crane in northern Jiangsu Province.Acta Ecologica Sinica,2018,38(3):926-933.

苏北地区丹顶鹤越冬种群数量及栖息地分布动态变化

刘 伶[1,2,3],刘红玉[1,2,3,*],李玉凤[1,2,3],王 娟[1,2,3],谢富赋[1,2,3]
1 南京师范大学地理科学学院,虚拟地理环境教育部重点实验室,南京 210023
2 江苏省地理环境演化国家重点实验室培育建设点,南京 210023
3 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心,南京 210023

摘要:利用资料追踪和历史时期土地利用变化数据深入研究了有资料记载以来苏北地区丹顶鹤越冬种群数量变化与栖息地分布的时空响应。结果显示,20 世纪 80 年代之初,丹顶鹤越冬种群广泛分布于苏北地区,尤其是长江中下游的内陆湖泊、沼泽及江苏沿海滩涂湿地;20 世纪 90 年代之后丹顶鹤分布区域逐渐向沿海滩涂湿地转移,主要分布于盐城市的射阳县境内;进入 21 世纪,丹顶鹤分布区域集中于盐城国家级珍禽保护区核心区。与此同时,丹顶鹤越冬种群数量也经历了十分明显的变化过程,与 20 世纪 90 年代相比,数量减少 50%以上。丹顶鹤越冬种群数量及栖息地分布变化与栖息地分布点周围的土地利用方式及人为干扰有关,栖息地面积丧失和景观破碎化是丹顶鹤越冬种群数量减少的主要原因。
关键词:景观生态;丹顶鹤;种群数量;栖息地分布;动态变化

Dynamic changes in population size and habitat distribution of wintering red-crowned crane in northern Jiangsu Province

LIU Ling[1,2,3], LIU Hongyu[1,2,3,*], LI Yufeng[1,2,3], WANG Juan[1,2,3], XIE Fufu[1,2,3]
1 *Key Laboratory of Virtual Geographic Environment (Nanjing Normal University), Ministry of Education, Nanjing* 210023, *China*
2 *State Key Laboratory Cultivation Base of Geographical Environment Evolution (Jiangsu Province), Nanjing* 210023, *China*
3 *Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing* 210023, *China*

Abstract: The red-crowned crane (*Grus japonensis*), a globally endangered species, is under first-grade state protection in China. There are about 3050 individuals of wild red-crowned crane in the world. Recently, the western flyway subpopulation of red-crowned crane has sharply decreased. Previous studies have primarily focused on population size, distribution and habitat selection of red-crowned crane, and several studies have further examined the effects of human disturbance on these factors. However, the majority of such studies concentrated on the coastal regions of Yancheng, Jiangsu Province, over short time; few studies focus on historical tracking of wintering red-crowned crane populations and wintering behaviors over long time. Using trace data and land-use data available over a comparatively long period, the study systematically analyzed the dynamic changes in population size and habitats distribution of wintering red-crowned crane since 1982. Thus the study reveals the effects of land use changes to the wintering habitats of the red-crowned crane. These results can include three conclusions. First, the population of wintering red-crowned crane has changed substantially from 1982 to 2015; the current population size is 50% lower than that recorded in the 1990s. Second, the range of wintering habitats has gradually reduced, and the remaining habitats have been severely fragmented. The red-crowned crane prefers various types of wetlands

基金项目:国家自然科学基金项目(31570459,41401205);江苏省自然科学基金项目(BK20140921);江苏省高校自然科学研究重大项目(15KJA70002);江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)
收稿日期:2016-11-02; **网络出版日期**:2017-10-18
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: liuhongyu@ njnu.edu.cn

in winter. During the 1980s, the red-crowned crane was widely distributed in the northern Jiangsu, particularly in the swamps around island lakes in the middle and lower reaches of the Yangtze River, as well as in the coastal wetlands of Jiangsu. Over following decades, wintering habitats gradually shifted to coastal areas, primarily distributed in Sheyang County, Yancheng. However, with increasing development of the coastal economy at the beginning of the twenty-first century, wintering habitats in coastal areas were further reduced and fragmented. At present, wintering red-crowned cranes are concentrated in the central area of the Yancheng National Nature Reserve. Third, according to the Pearson correlation analysis, the habitat distribution points of wintering red-crowned crane are significantly related with the land use types and the socio-economic development. The rapid development of the Chinese economy, accompanied by the rapid expansion of land use for construction and industry directly decreased the area of habitat of wintering red-crowned crane. Additionally, changes in the distribution and intensity of land use and human disturbance caused existing habitats to be fragmented, reducing their suitability for use as of wintering habitats by red-crowned crane.

Key Words: landscape ecology; red-crowned crane; population size; habitat types; dynamic change

丹顶鹤(*Grus japonensis*)属于大型涉禽,是国家一级保护野生动物,也是世界珍稀濒危鸟类,全球野生丹顶鹤种群的数量仅为 3050 只左右[1]。目前,野生丹顶鹤包括日本北海道不迁徙的岛屿种群和迁徙的大陆种群两大种群[2]。大陆迁徙种群中,根据迁徙路线可分为东部迁徙种群和西部[1-4]迁徙种群。东部迁徙种群主要在朝鲜半岛越冬,西部迁徙种群主要在中国东部长江中下游区域以及黄河三角洲地区越冬[3]。由于丹顶鹤西部迁徙种群数量变化比较显著,近年来尤其引起关注,相关研究主要集中在近年来的种群数量与分布、栖息地变化与生境选择,以及人为干扰影响等方面[4-7]。多数研究时间尺度较短,空间尺度多为保护区范围,缺乏从长时间、大尺度对丹顶鹤越冬栖息地时空变化的全面认识。本文通过对丹顶鹤越冬种群数量和栖息地历史资料追踪,结合对应时期的土地利用数据,系统分析有资料记载以来苏北地区丹顶鹤越冬种群数量和栖息地分布变化,并进一步从土地利用变化角度揭示其对丹顶鹤越冬栖息地的影响。研究结果为有效保护丹顶鹤越冬种群及其栖息地提供科学依据。

1　研究区域与研究方法

1.1　研究区域选择

根据历史资料记载,研究区域选择长江下游地带的江苏省北部区域(文中简称苏北地区)。该区是丹顶鹤西部迁徙种群集中越冬地,区域面积约 $8\times10^4 km^2$。此区域气候温和,属于温带向亚热带的过渡性气候,年均气温 13—16℃,年均降水量 724—1210mm。由于区域内地势低平、降雨量适中,河湖众多,湿地广布,再加上沿海独特的淤泥质海岸滩涂湿地,成为丹顶鹤及其他鸟类的主要越冬栖息地。

1.2　丹顶鹤种群数量及分布获取方法

我国对丹顶鹤的调查始于 20 世纪 80 年代初期。由于缺乏大规模的国家统一调查数据,其种群数量和分布只能通过对文献资料的查阅获取。具体操作为在中文期刊数据库和 Web of Science 数据库中以“丹顶鹤”为主题词和关键词进行文章检索,以县为统计单位,对文献中提及的各年份丹顶鹤分布栖息地和种群数量信息进行统计和分析。为了使数据具有可比性,记录丹顶鹤栖息地分布位置和种群数量时,选取专业调查丹顶鹤栖息地和数量的文献为准,对于同一区域不同作者的描述性数据只做一般性参考。

1.3　丹顶鹤栖息地类型数据获取方法

研究以江苏省 1:10 万的 1980s、1995、2005、2015 年土地利用数据集为基础(该数据集来源于地球系统科学数据共享平台-长三角分平台)。其中,1980s 的数据源包括 1984 和 1985 年 Land sat 遥感影像;2015 年数据是利用原有的 2010 年土地利用数据和 2015 年高分一号遥感影像及 GPS 外业调查数据更新。由于本文研究区域为江苏省长江以北地区,所以以长江为界对江苏省各期影像进行了几何校正、边界裁剪和景观重分类,得

到研究区域各期土地利用类型图。为了实现数据的空间匹配,所有矢量数据层都转换成 Transverse Mercator 投影体系,地理坐标系采用 WGS-1984 坐标系。在 ArcGIS 10.0 系统下,对景观类型数据进行拓扑处理、属性赋值和统计计算,得到各期景观类型分布图(图 1)。

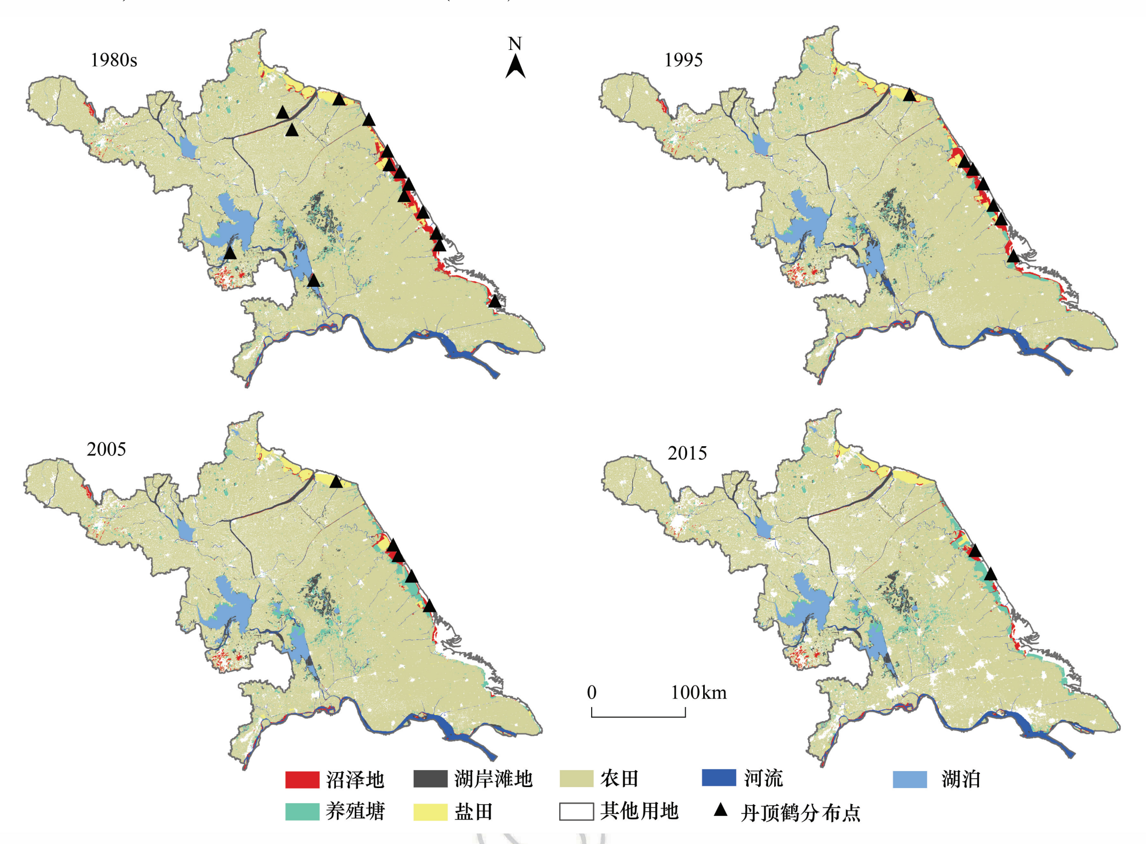


图 1 江苏省长江以北越冬丹顶鹤栖息地类型分布图

Fig.1 Distribution of different types of habitats of wintering red-crowned crane in the northern area of Jiangsu Province

为了从景观生态角度,理解与认识丹顶鹤越冬栖息地类型及其分布,对历史时期的土地利用数据进行归纳和再分类,确定的景观重分类体系如表 1 所示。

最后,在 ArcGIS 环境中叠加各期景观类型图,提取丹顶鹤栖息地信息,获取栖息地斑块类型数量与面积数据。在此基础上,选取能够反应栖息地景观变化的指数,包括斑块面积、斑块数量、斑块平均面积和聚集度指数等,利用 Fragstats 4.4 进行统计分析,并利用 SPSS 22.0 软件对丹顶鹤栖息地分布点变化及影响因素进行相关分析。

表 1 江苏省湿地景观分类系统

Table 1 Classification system of wetlands landscape in Jiangsu Province

景观类型 Landscape type	亚类 Subclass	土地利用与覆被类型 Land use and cover type
湿地景观 Wetland landscape	自然湿地	沼泽地
		河流
		湖泊
		湖岸滩地
	人工湿地	水田
		盐田
		养殖塘

2　结果分析

2.1　苏北地区丹顶鹤越冬种群数量与分布动态

苏北地区丹顶鹤越冬种群数量经历了一个波动的变化过程(表 2[8-11])。其中,较早记录丹顶鹤分布时间的是 1982 年,丹顶鹤主要分布在江苏省除高邮市和洪泽县的沿海县市,种群数量为 361 只,包括响水县 84 只、滨海县 30 只、射阳县 154 只、大丰县 54 只和东台县 39 只。1985—1988 年期间,丹顶鹤越冬种群数量增加到 600 只左右。1991—1995 年,丹顶鹤种群数量继续增加,在 700—800 只之间,到 1999 年,达到峰值(1128 只),约占当年全球野生丹顶鹤数量的 50%左右[12]。2000 年以后,越冬丹顶鹤的种群数量呈现逐渐减少的趋势,到 2015 年,种群规模下降到 561 只,约为 1999 年的 1/2。

表 2　江苏省越冬丹顶鹤的数量及分布

Table 2　Population and distribution of wintering red-crowned crane in Jiangsu Province

年份 Year	高邮市	洪泽县	响水县	滨海县	射阳县	大丰县	东台县	灌云县	灌南县	如东县	合计 Total
1982	—	—	84	30	154	54	39	—	—	—	361
1983	—	—	65	9	147	59	21	—	—	6	307
1984	—	—	16	3	291	97	65	—	—	—	472
1985	有	—	42	8	260	228	73	67	25	—	703
1986	8	—	7	—	265	236	110	—	—	—	626
1987	有	—	3	—	210	93	8	—	—	—	314
1988	有	有	23	—	129	357	64	—	—	—	573
1991	—	—	2	—	305	364	104	—	—	—	775
1992	—	—	8	—	366	120	179	—	—	—	673
1993	—	—	—	—	645	113	98	—	—	—	856
1994	—	—	—	—	589	120	168	—	—	—	877
1995	—	—	35	—	408	159	187	—	—	—	789
1996	—	—	25	—	578	180	237	—	—	—	1020
1997	—	—	30	—	495	167	156	—	—	—	848
1998	—	—	—	—	730	62	102	—	—	—	894
1999	—	—	14	—	869	208	37	—	—	—	1128
2000	—	—	24	—	490	44	57	—	—	—	615
2001	—	—	3	—	413	133	78	—	—	—	627
2002	—	—	25	—	522	132	10	—	—	—	689
2003	—	—	24	—	467	84	37	—	—	—	612
2005	—	—	21	—	586	111	—	—	—	—	718
2006	—	—	23	—	696	82	—	—	—	—	801
2009	—	—	21	—	451	30	—	—	—	—	502
2011	—	—	4	—	594	38	—	—	—	—	636
2014	—	—	—	—	633	25	—	—	—	—	658
2015	—	—	—	—	561	—	—	—	—	—	561

—:调查当日该地区无丹顶鹤分布

苏北地区丹顶鹤数量波动变化与栖息地分布变化密切相关。从表 2 可以看出,丹顶鹤越冬栖息地分布区域不断变化。据资料记载,20 世纪 80 年代,由于自然生态环境相对较好,丹顶鹤越冬分布范围较广,分布区主要集中在射阳县、大丰县和东台县,响水县和滨海县有小群分布,高邮市、洪泽县、灌云县、灌南县和如东县也有零星分布。到了 20 世纪 80 年代后期,丹顶鹤部分栖息地开始丧失,这一时期丹顶鹤越冬地主要分布在沿海射阳和大丰县境内,响水县、滨海县和东台县有小部分种群,滨海县自 1986 年开始没有丹顶鹤分布的文

献记载。进入20世纪90年代,丹顶鹤分布区域范围进一步缩小,这一时期丹顶鹤越冬栖息地主要分布在射阳县、大丰县和东台县境内,响水县也有少量分布,射阳县是丹顶鹤越冬集中分布区域。2000年以后丹顶鹤越冬栖息地主要分布在沿海的射阳县和大丰县境内,响水县和东台县有小部分丹顶鹤种群分布。2005年以后,东台县境内也已不见丹顶鹤分布。2011—2015年,丹顶鹤越冬栖息地进一步萎缩,响水县、大丰县陆续也不再有丹顶鹤分布记录,越冬区域主要集中在射阳县境内。

总之,近30年来,苏北地区丹顶鹤越冬种群数量和栖息地分布区域均发生较大变化。20世纪80至90年代,丹顶鹤广泛分布于江苏长江以北内陆湖泊沼泽和沿海滩涂湿地中,种群数量曾高达千只以上,约占野生丹顶鹤种群数量60%左右。进入21世纪,丹顶鹤越冬种群数量开始减少,数量基本保持在每年四五百只左右。栖息地分布经历了由内陆-沿海滩涂广布向沿海滩涂湿地,再向射阳县集中的过程。

2.2 丹顶鹤栖息地时空变化特征与趋势

野生丹顶鹤十分敏感,对栖息地质量要求较高。通过GIS技术,可以将历史时期丹顶鹤分布位置叠加在对应的土地利用图上。放大这些丹顶鹤分布点,发现丹顶鹤在越冬期喜好选择植被覆盖率较低,人类干扰较少,有浅水水域分布的地点觅食或栖息[5],其栖息地类型偏向于选择碱蓬沼泽、芦苇沼泽等湿地植被类型,而且栖息或者觅食地周围一般有明水水域分布。丹顶鹤对人为干扰也较为敏感,一般会选择回避人类活动频繁的区域。丹顶鹤主要越冬栖息地类型及特征如表3所示。

由丹顶鹤栖息地分布变化图可知(图1),20世纪80年代,丹顶鹤广泛分布于长江中下游的内陆湖泊周围和江苏沿海地区。在内陆湖泊区域,丹顶鹤越冬栖息地类型主要以人为干扰较小的湖岸滩地和苇荡为主,如高邮湖或洪泽湖周围的湖岸苇荡;在沿海地区丹顶鹤越冬栖息地类型有苇草滩、盐蒿滩、扬水摊、浅水库、养殖塘及人类活动较少的盐田、麦田等。随着土地利用强度增大,人类活动干扰加强,内陆湖泊周围已不适合丹顶鹤栖息,丹顶鹤越冬栖息地逐渐转移到沿海各县市。20世纪90年代,丹顶鹤在沿海的栖息地广泛分布在沿海滩涂湿地,到了21世纪初,栖息地分布点逐渐减少,分布方式也由连续分布变为间断分布。目前,丹顶鹤越冬栖息地主要集中在盐城市射阳县内。根据已有数据,对丹顶鹤越冬栖息地分布点进行统计,结果显示,自1983年以来丹顶鹤栖息地分布点逐渐丧失,变化趋势如图(图2)所示,栖息地分布点由1983年的17个减为2015年的1个。

表3 丹顶鹤主要越冬栖息地类型及特征

Table 3 The main wintering habitat types and characteristics of red-crowned crane

区域 Area	栖息地类型 Habitat type	栖息地特征简要描述 Habitat characteristics
内陆地区 Inland area	湖岸滩地	秋冬季河湖中水位下降,湖滩露出水面,形成枯草干滩
沿海地区 Coastal area	沼泽地	主要指碱蓬、芦苇和米草湿地。碱蓬湿地土壤盐分高,以生长碱蓬为主,群落中其他植物种类及数量少,覆盖率较低;芦苇湿地包括自然芦苇群落和人工芦苇基地,植被类型单一,稀疏芦苇可作为丹顶鹤的隐蔽条件,收割后的苇茬可作为觅食的补充生境;互花米草在生长稳定期盖度可达100%,不适宜鸟类栖息
	养殖塘	面积较大且人为活动少的养殖塘在干塘时可为丹顶鹤提供食物
	盐田	面积较大且人为活动少的盐田在冬季可为丹顶鹤提供食物
	农田	冬季时,未发芽的种子或幼苗可作为丹顶鹤的食物

进一步分析丹顶鹤的越冬栖息地类型及其变化(表4),发现研究时段内,内陆湖泊周围湖岸滩地的面积由1525.6km^2减少为1343.53km^2,损失率为12%;斑块数量也由1024块减少为859块。沼泽地的面积由1980s的1703.23km^2减少到2015年的752.37km^2,损失率达55.83%,而且栖息地斑块的数量也在减少。养殖塘面积由1980s的1423.83km^2增加到2015年的2934.59km^2,增幅达106%,说明大量自然湿地转化为养殖塘,而且斑块数量也由4098块增加到6339块,养殖塘的经营管理方式变得更加精细。盐田面积由1193.48km^2减少为1026.58km^2,斑块数量由115个增加到287个,增加了1.5倍,反映出盐田变得破碎化。农田面积由

56061.14km²减为 51683.58km²,斑块数量由 3426 块减少为 2922 块。由此可见,丹顶鹤各主要越冬栖息地类型的面积都存在不同程度丧失和破碎化,其中沼泽地面积丧失最为严重。

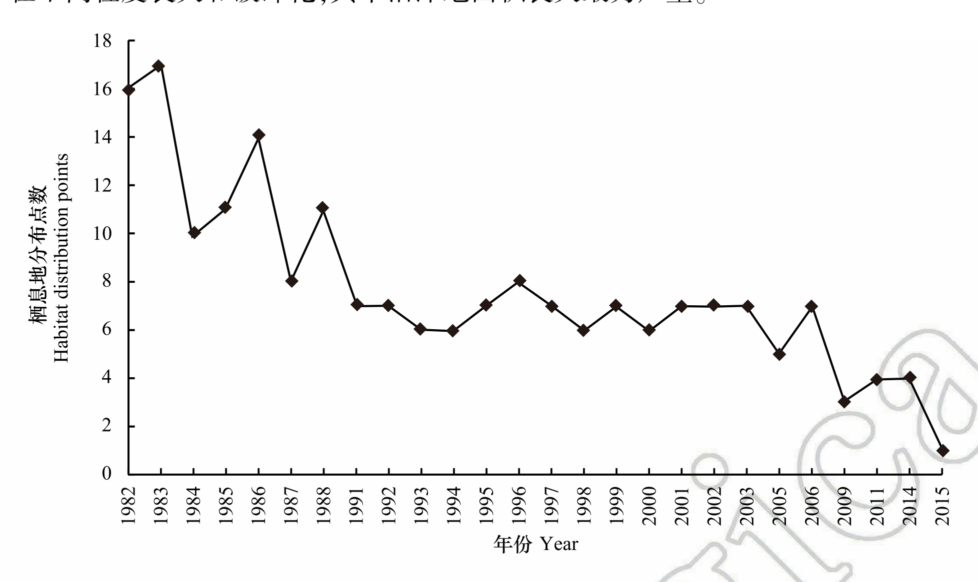


图 2　1982—2015 年江苏省长江以北丹顶鹤栖息地分布点数量

Fig.2　Number of habitat distribution points of red-crowned crane in the northern area of Jiangsu Province from 1982 to 2015

表 4　丹顶鹤越冬栖息地类型及时空变化

Table 4　Wintering habitat types and its spatial-temporal change of red-crowned crane

栖息地类型 Habitat type	面积/斑块个数 Area(km²)/Number of patches			
	1980s	1995	2005	2015
湖岸滩地 Lakeshore	1525.6/1024	1545.73/1045	1365.12/907	1343.53/859
沼泽地 Marshland	1703.23/433	1502.60/427	916.67/426	752.37/389
养殖塘 Aquaculture ponds	1423.83/4098	1761.74/4468	2469.93/5376	2934.59/6339
盐田 Salt field	1193.48/115	1155.46/98	1105.44/214	1026.58/287
农田 Farmland	56061.14/3426	54917.37/2373	54842.95/2732	51683.58/2922

景观变化可以在一定程度上反映景观格局的改变。通过对 20 世纪 80 年代以来丹顶鹤栖息地类型变化分析发现(表 5),沼泽地和盐田的平均斑块面积及聚集度指数均呈减小趋势。其中沼泽地平均斑块面积从 1980s 的 3.93km²降低到 2015 年的 1.93km²,平均斑块面积约缩小 50%,聚集度指数由 55.82%减少为 35.91%。盐田平均斑块面积由 10.38km²减小到 3.58km²,平均斑块面积缩小严重,聚集度指数由 76.45%降低到 75.34%。湖岸滩地和养殖塘平均斑块面积呈现微弱的增加趋势,聚集度指数有所提高,但由于这些地方人为活动比较强烈,不能成为丹顶鹤良好的栖息地。农田平均斑块面积变化波动,但总体上呈增加趋势,聚集度指数总体呈降低趋势。总的来说,丹顶鹤各栖息地类型的面积呈减少趋势,聚集度指数也在降低,反映出丹顶鹤栖息地面积的丧失和破碎化。另外,丹顶鹤栖息地分布点的丧失也反映出栖息地破碎化比较严重。土地利用方式变化带来的栖息地破碎化降低了丹顶鹤的生境适宜性,进而影响丹顶鹤的种群数量的变化[13]。

表 5　丹顶鹤主要越冬栖息地类型景观指数变化

Table 5　Change of landscape indices of different types of wintering habitats of red-crowned crane

景观类型 Landscape type	斑块平均面积 Mean patch size/km²				聚集度指数 Aggregation index/%			
	1980s	1995	2005	2015	1980s	1995	2005	2015
湖岸滩地 Lakeshore	1.49	1.46	1.51	1.56	35.06	35.02	37.22	36.81
沼泽地 Marshland	3.93	3.49	2.15	1.93	55.82	53.96	36.89	35.91
养殖塘 Aquaculture ponds	0.35	0.39	0.46	0.46	22.28	27.56	36.39	39.63
盐田 Salt land	10.38	11.79	5.17	3.58	76.45	75.10	76.19	75.34
农田 Farmland	16.36	23.14	20.07	17.68	82.28	80.56	80.61	77.62

2.3 丹顶鹤数量与栖息地变化的影响因素

越冬丹顶鹤种群数量变化与栖息地变化密切相关,栖息地分布的动态变化必然会影响越冬丹顶鹤的生存活动,进而对种群数量造成影响。为了找出影响栖息地变化的驱动因素,本文搜集整理了 1982—2015 年江苏省各年份统计年鉴,选择与栖息地分布点相对应的年份,从中筛选出能够反映社会经济和土地利用影响的相关因子,如总人口数(万人)、地区生产总值(亿元)、第二产业生产总值(亿元)、房屋建筑施工面积(万 m^2)、农作物播种面积($\times10^3 hm^2$)等,最后利用 SPSS 22.0 软件对栖息地分布点与各影响因子进行相关分析,结果见表 6。

表 6 栖息地分布点影响因素的相关分析

Table 6 Analysis of the correlated influence factors about changes of habitat distribution points

变量 Variable	栖息地分布点 Habitat distribution	
	R	*P*
栖息地分布点 Habitat distribution	1	
总人口数 Total population	−0.866**	<0.01
地区生产总值 GDP	−0.643**	<0.01
第二产业生产总值 Second gross industrial production	−0.655**	<0.01
房屋建筑施工面积 Housing construction area	−0.614**	0.001
农作物播种面积 Sown area of crops	0.813**	<0.01

** 表示在 0.01 水平(双侧)显著相关

由表 6 可以看出,丹顶鹤栖息地分布点与总人口数、地区生产总值、第二产业总产值、房屋建筑施工面积呈显著负相关,*R* 值分别为−0.866、−0.643、−0.655、−0.614($P<0.01$)。与农作物播种面积呈显著正相关,$R=0.813$($P<0.01$)。表明人口数量的增加会在一定程度上造成丹顶鹤栖息地分布点减少,主要原因是人口数量增加会导致人类活动增多,人为干扰增强,不利于丹顶鹤对栖息地的选择利用。地区生产总值和第二产业总产值代表了经济发展水平,说明经济的快速发展对丹顶鹤栖息地变化有不利影响。房屋建筑面积与丹顶鹤栖息地分布点呈显著负相关,主要是因为房屋建筑面积的增加会侵占、挤压其他用地类型面积,其中也包括越冬丹顶鹤栖息地,从而致使栖息地分布点丧失。农作物播种面积增加对丹顶鹤的栖息地分布点变化有积极作用,这是因为农田也是丹顶鹤的越冬栖息地类型之一。

以上结果显示丹顶鹤栖息地分布点变化与土地利用方式及人为干扰活动密切相关。丹顶鹤各栖息地类型的格局变化表明,各栖息地类型的平均斑块面积减小以及破碎化程度加深是丹顶鹤栖息地分布点减少的直接影响因素。栖息地面积减少、栖息地斑块化和破碎化会影响栖息地质量,进而影响丹顶鹤越冬种群数量的变化。

3 结论与讨论

本文通过资料追踪,结合不同时期土地利用数据,对丹顶鹤越冬种群数量变化和栖息地变化进行了系统研究,得出基本结论如下:

(1)丹顶鹤越冬种群数量发生了较大变化,呈现先增加后减少趋势,高峰期出现于 20 世纪 90 年代。导致这种现象发生的主要原因有以下几点,一是 20 世纪 80 年代丹顶鹤不仅广泛分布于苏北区域,还分布于安徽、江西甚至湖北等地湖荡区域[14],而该数据没有统计在内;二是这时期丹顶鹤分布广泛而零散,调查难度大,缺乏统一大规模调查数据,而文献记载的数据非常有限,不能全面反映丹顶鹤种群实际分布数据;三是我国对丹顶鹤种群及其栖息地研究的重视主要发生在 20 世纪 90 年代[15],这时期盐城保护区对丹顶鹤越冬种群数量开展了每年一次的调查工作,详细掌握了丹顶鹤越冬种群数量信息。

(2)丹顶鹤越冬栖息地分布范围逐渐缩小,景观破碎化严重。丹顶鹤是典型湿地鸟类,以各种类型的湿地为越冬栖息地。由于长江中下游地势平坦,广泛分布河湖滩地、沼泽地以及滨海滩涂湿地等类型,并且湿地

分布具有面积大、连续程度高等特征,使得 20 世纪 80 年代丹顶鹤的越冬栖息地广泛分布于这些区域。自 20 世纪 90 年代初开始,由于土地利用变化,内陆湖岸滩地逐渐丧失了其作为栖息地的功能,丹顶鹤越冬分布范围开始向沿海的射阳县、大丰县、响水县、滨海县及东台县转移。进入 21 世纪初,沿海开发强度日益兴旺,丹顶鹤沿海滩涂栖息地范围进一步减少和破碎化,迫使丹顶鹤集中分布于盐城市射阳县的保护区核心区内,此结果与 Su 和 Zou[16]、李海萍和李菁[17]等人的研究相同。

(3)丹顶鹤越冬栖息变化与人类土地利用方式和社会经济发展关系密切。20 世纪 80—90 年代,江苏省经济发展水平较低,总人口数、地区生产总值、房屋建筑施工面积都处于较低水平,自然环境保护较好。随着经济快速发展,建筑用地及工业用地面积快速扩张,严重挤压了原生自然生境,丹顶鹤栖息地面积也不断丧失。而且总人口数增加,人类经济活动增强,使得各栖息地类型遭受不同程度的破碎化,影响丹顶鹤的生境适宜性,栖息地动态变化导致丹顶鹤种群数量的波动变化。综合以上分析,发现丹顶鹤的越冬栖息地分布变化与周边土地利用方式和强度及人为干扰密不可分,栖息地面积丧失和栖息地破碎化是影响丹顶鹤越冬种群数量的主要因素。另外,近年来的研究发现人为干扰对鸟类栖息地的影响所占比重越来越大[18]。

参考文献(References):

[1] Bird Life International (2017). Species factsheet: *Grus japonensis*. http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/red-crowned-crane-grus-japonensis/details.
[2] 刘学昌,吴庆明,邹红菲,李晓民.丹顶鹤(*Grus japonensis*)东、西种群巢址选择的分异.生态学报,2009,29(8):4483-4491.
[3] 钱法文.世界的鹤类.森林与人类,2005,(5):25-30.
[4] 吕士成.盐城沿海丹顶鹤种群动态与湿地环境变迁的关系.南京师大学报:自然科学版,2009,32(4):89-93.
[5] 曹铭昌,刘高焕,徐海根.丹顶鹤多尺度生境选择机制——以黄河三角洲自然保护区为例.生态学报,2011,31(21): 6344-6352.
[6] 舒莹,胡远满,冷文芳,朱书玉,单凯.黄河三角洲丹顶鹤秋冬季生境选择机制.生态学杂志,2006,25(8):954-958.
[7] 孙贤斌,刘红玉.江苏盐城海滨区域丹顶鹤适宜越冬生境变化.生态学杂志,2011,30(4):694-699.
[8] 吕士成,周世锷.盐城沿海丹顶鹤分布趋势探讨.自然杂志,1990,13(2):101-103.
[9] 晏安厚.丹顶鹤在苏北越冬.动物学杂志,1986,(5):31-32.
[10] 张曼胤.江苏盐城滨海湿地景观变化及其对丹顶鹤生境的影响[D].长春:东北师范大学,2008.
[11] 刘大伟,张亚兰,孙勇,吕士成,成海,穆少杰,鲁长虎.江苏盐城滨海湿地越冬丹顶鹤种群动态变化与生境选择.生态与农村环境学报,2016,32(3):473-477.
[12] 马志军.盐城生物圈保护区越冬丹顶鹤数量超过 1000 只.野生动物,1997,(2):27-27.
[13] 刘红玉.湿地景观变化与环境效应.北京:科学出版社,2005:81-94.
[14] 马志军.丹顶鹤的自然保护:行为生态・生境选择・保护区设计规划・可持续发展.北京:清华大学出版社,2000:18-22.
[15] 马逸清,金龙荣,金爱莲,傅承钊.黑龙江省乌裕尔河流域丹顶鹤等珍稀涉禽航空调查报告.动物学报,1987,33(2):187-191.
[16] Su L Y, Zou H F. Status, threats and conservation needs for the continental population of the Red-crowned Crane. Chinese Birds, 2012, 3(3): 147-164.
[17] 李海萍,李菁.盐城保护区丹顶鹤越冬栖息地变化及成因分析.中国人口・资源与环境,2011,21(12):212-215.
[18] 江红星,徐文彬,钱法文,楚国忠.栖息地演变与人为干扰对升金湖越冬水鸟的影响.应用生态学报,2007,18(8):1832-1836.